

производных в составе БСК в количестве 1–3 % является оптимальным

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможности использования

ТПС и ее азотсодержащих производных в качестве модификаторов битума в составе защитных битумно-смоляных покрытий.

### Список литературы

1. Мухина Т.Н., Баранов Н.Л., Бабаиш С.Е. и др. Пиролиз углеводородного сырья. – М.: Химия, 1987. – 240 с.
2. Вольфсон С.И., Хакимуллин Ю.Н., Закирова Л.Ю., Хусаннов А.Д., Макаров Д.Б., Хозин

В.Г. Модификация битумов, как способ повышения их эксплуатационных свойств // Вестник технологического университета, 2016. – Т.19. – №17. – С.29–33.

## СИНТЕЗ ОЛИГОМЕРОВ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

Д.С. Репкин, А.Л. Зиновьев

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, repkindm@gmail.com

Полилактид (PLA) является биоразлагаемым полиэфиром, полученный из молочной кислоты (МК). МК обычно синтезируется в результате бактериальной ферментации или из продуктов нефтехимии. PLA широко известен как биоразлагаемый полимер, на основе которого широко изготавливаются медицинские изделия различного назначения благодаря своей жесткости, прозрачности, технологичности и биосовместимости [1]. Этот полимер также демонстрирует хорошую термическую обрабатываемость, что позволяет применять различные методы переработки, такие как экструзия, литье под давлением, прессование, термоформование [2]. Кроме того, PLA имеет средний уровень проницаемости для воды и кислорода, сравнимый с полистиролом [3, 4].

Получение полилактида [5] включает в себя следующие стадии:

1. Получение олигомера молочной кислоты (ОМК);

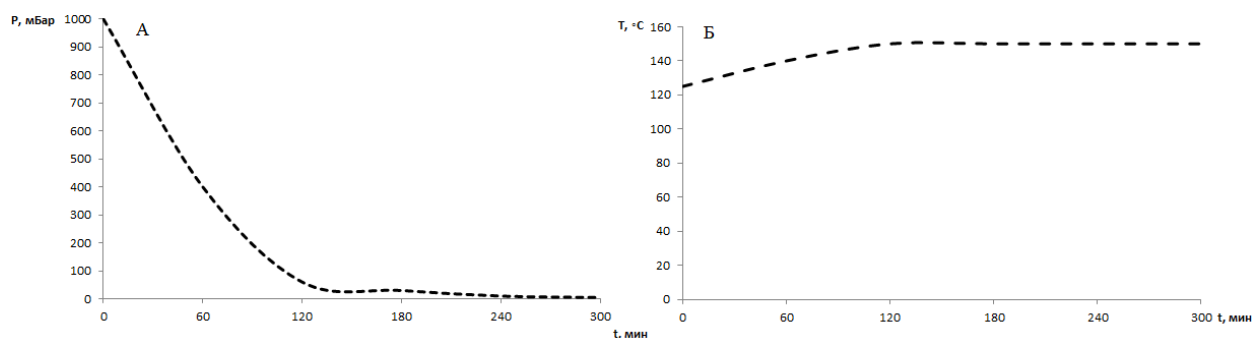
2. Деполимеризация ОМК до лактида;
3. Полимеризация лактида с раскрытием цикла до PLA.

Поэтому представляло интерес исследовать процесс получения ОМК с силикагелем в качестве катализатора. Рабочие условия синтеза, с зависимостями времени от давления (А), и времени от температуры (Б) приведены на рисунке 1.

Для получения ОМК в колбу загружается 80 %-ый раствор молочной кислоты (Ригас) с добавлением 1 % силикагеля, в качестве катализатора и карбоновой кислоты, в качестве модификатора. Затем колба подсоединяется к роторному

**Таблица 1.** Физико-механические характеристики покрытий

Модификатор	Выход, %
Уксусная кислота	68
Масляная кислота	67
Винная кислота	68



**Рис. 1.** Рабочие условия синтеза ОМК

испарительное число оборотов 60 об/мин. Реакция проводится в инертной среде (аргон).

Выход ОМК в зависимости от модификатора представлен в таблице 2.

В процессе концентрирования МК и получения ОМК при низком давлении происходит отгонка воды и МК, вследствие чего снижается выход олигомера.

При дальнейшей деполимеризации модифицированного ОМК был получен лактид-сырец с хорошим выходом и высоким содержанием лактида (более 95%). Таким образом, использование данных модификаторов при синтезе ОМК позволяет получить с большей чистотой лактид-сырец по сравнению с ранее описанным модификатором (янтарная кислота) [7].

### Список литературы

1. C.J. Weber, V. Haugaard, R. Festersen, G. Bertelsen, *Production and applications of biobased packaging materials for the food industry*, *Food Addit. Contam.* 19(2002) 172–177.
2. Ю.Е. Похарукова, В.Т. Новиков, В.Н. Глотова // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*, 2017. – №1. – С.134.
3. S. Mattioli, M. Peltzer, E. Fortunati, I. Armentano, A. Jimenez, J.M. Kenny, *Structure, gas-barrier properties and overall migration of poly(lactic acid) films coated with hydrogenated amorphous carbon layers*, *Carbon* 63(2013) 274–282.
4. J.W. Rhim, S.I. Hong, C.S. Ha, *Tensile, water vapor barrier and antimicrobial properties of PLA/nanoclay composite films*, *LWT – Food Sci. Technol.* 42(2009) 612–617.
5. *Poly(lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications*. Edited by Rafael Auras, Loong-Tak Lim, Susan E.M. Selke, and Hideto Tsuji. John Wiley & Sons., 2010. – P.499.
6. Donald Garlotta. *A Literature Review of Poly (Lactic Acid)*. *Journal of Polymers and the Environment*, 2002. – V.9. – №2. – P.63–84.
7. Wen-Jun Yi, Li-Jun Li, Zhen Hao, Min Jiang, Chang Lu, Yi Shen, Zi-Sheng Chao. *Synthesis of L-Lactide via Degradation of Various Telechelic Oligomeric Poly (L-lactic acid) Intermediates*. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2017. – 56. – 4867–4877.

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ДИБУТИЛОВОГО ЭФИРА НОРБОРНЕНДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ПОЛИМЕРА НА ЕГО ОСНОВЕ

А.В. Сальникова

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель А.А. Троян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Anna.salnikova.98@mail.ru

В современной химии полимеров наблюдается значительный интерес к дициклопентадиену, как к сырью для метатезисной полимеризации с раскрытием цикла (ROMP). Этот интерес обоснован тем, что получаемые полимеры и сополимеры на его основе, отличаются высокой термостойкостью, отличными диэлектрическими и электроизоляционными свойствами, механической прочностью и водонепроницаемостью [1].

Для изменения свойств и характеристик полимеров в лучшую сторону, необходимо исследование полимеризации мономеров с различными функциональными группами. Так, например, сшивка линейных молекул при полимеризации

производных норборнена может повысить эксплуатационные характеристики полимеров, полученных на их основе [3–4]. Данная информация очень важна для нас, а целью данной работы мы определяем изучение и постановку синтеза и полимеризации дибутилового эфира норборнендикарбонической кислоты. В дальнейшем проведем исследование свойств полученных веществ.

Синтез необходимого мономера – дибутилового эфира норборнендикарбонической кислоты (4) проводили по реакции Дильса-Альдера. В качестве диенофила использовали дибутилтималеат (3) (схема 1).

Преимущества этой процедуры заключаются в том, что [3]: